

Congreso 2007 de la Sociedad Española de Malherbología (197-202)

INTERACCIÓN DE DIFERENTES ESCARDAS Y FERTILIZACIONES SOBRE EL CONTROL DE LA FLORA ARVENSE Y EL RENDIMIENTO DEL CEREAL

C. Lacasta¹, E. Estalrich¹, R. Meco², M. Benítez³

¹CSIC. Centro de Ciencias Medioambientales. Finca Experimental “La Higuera” 45530 Santa Olalla. Toledo. España: csic@infonegocio.com.

²Servicio de investigación Agraria. Consejería de Agricultura de Castilla-La Mancha, C/ Pintor Matías Moreno, 4. 45071 Toledo, España: ramonmeco@jccm.es.

³CSIC. Centro de Ciencias Medioambientales. C/ Serrano 115 dup., 28006 Madrid, España: ebvbg77@ccma.csic.es

Resumen: Durante 10 años se ha estudiado en una rotación de barbecho-cebada-veza enterrada-trigo duro, el efecto sobre las malas hierbas y la producción de grano de cereal, de cuatro escardas (química, grada de púas flexibles, siembra en líneas agrupadas y testigo) y tres tipos de fertilización (química, orgánica y testigo).

Los resultados indican, que el testigo convencional con tratamiento de fertilización química y escarda química al compararlo con el tratamiento de no empleo de fertilización ni de escarda, la diferencia de producción de grano, media de los 10 años, es sólo de un 5 %, demostrándose la nula eficiencia de la fertilización y escarda química en los cultivos de cereales, cuando estos se someten a rotaciones adecuadas y en ambientes semiáridos.

Palabras clave: secano, fertilización orgánica, escarda con grada de púas flexibles, siembra en líneas agrupadas, evolución de poblaciones.

INTRODUCCIÓN

La rotación es el principal medio para el control de la flora arvensis, favoreciendo un descenso tanto en número de individuos como en el porcentaje de recubrimiento o cobertura de malas hierbas. Numerosos trabajos demuestran que en secanos semiáridos españoles las producciones no dependen de la utilización de herbicidas o fertilización química (TORNER *et al.*, 1999, PARDO *et al.*, 2001, LACASTA *et al.*, 2003), sino de las condiciones meteorológicas.

En el presente trabajo se estudia, durante 10 años, la evolución de la flora arvensis y su influencia en la producción de cereales (trigo o cebada) en una rotación de veza enterrada-trigo duro-barbecho-cebada, sometida a diferentes tratamientos de fertilización y escarda, con el objetivo de conocer cual es la combinación que mejor se adapta las condiciones de los ambientes semiáridos españoles.

MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se ha realizado en la Finca Experimental “La Higuera” Santa Olalla (Toledo), perteneciente al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Los tratamientos de fertilización han sido: 1). Testigo: sin fertilización; 2). Fertilización orgánica: aporte de 2500 kg/ha. de compost (56-22-89); 3). Fertilización inorgánica: 70-45-45. En todas las parcelas se incorpora la paja de cereal. Los tratamientos de escarda han sido: 1). Testigo: sin escarda; 2). Grada de púas flexibles; 3). Cultivo en líneas agrupadas; 4). Escarda química, con el herbicida más adecuado en cada momento. La rotación de cultivos ha sido barbecho-cebada-veza enterrada-trigo, implantándose cada año dos hojas de la rotación de tal forma que todos los años hay una hoja de cereal. El experimento se dividió en dos bloques. En el primero, se inició la rotación en 1996-97 con el cultivo de cebada y en el segundo con barbecho.

El muestreo de malas hierbas, se realizó todos los años (1996-2006), en el mes de mayo. Como las malas hierbas tienen una distribución agregada, se consideró que la medida que mejor representaría el problema era la de la cobertura, en tanto por ciento, de cada especie dentro de cada parcela, a través de una estimación visual. La recolección de grano se realizó con una microcosechadora de 1,3 metros de corte, tomando el total de la parcela. El diseño experimental, ha sido de split-plot, donde el factor principal es la fertilización y el secundario la escarda. Hubo 7 variables (tres tipos de fertilización y cuatro tipos de escarda) y cuatro repeticiones. La superficie de las parcelas fue de 100 m² (5 x 20 m). Los resultados de producción y de malas hierbas fueron sometidos al análisis de la varianza, las diferencias entre tratamientos fueron separadas por medio del test de Tukey a un nivel de probabilidad de $P < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El efecto de la escarda química sobre la producción (Tabla 1), se nota positivamente en los tratamientos de fertilización ecológica (Orgánica y Sin fertilización), mientras en el tratamiento con fertilización química, incluso tiene un efecto negativo sobre la producción. Se demuestra, por tanto, que la fertilización química aumenta la competencia del cereal frente a las malas hierbas y por tanto que el empleo de herbicidas, cuando el cereal se siembra en rotación con otro cultivo y se abona químicamente, no es necesario. El resultado más concluyente aparece cuando, se considera como testigo convencional el tratamiento, fertilización química con escarda química y se compara con el tratamiento de no empleo de fertilización ni de escarda, la diferencia de producción de cereal media de los 10 años es sólo de un 5 %, y si se analiza por años, hay una campaña (2002-03), con diferencias significativas a favor del testigo químico y otra (2000-01) a favor del testigo sin nada, demostrándose la nula eficiencia de la fertilización y escarda química en los cultivos de cereales cuando estos se someten a rotaciones de cultivo. FERNANDEZ-QUINTANILLA *et al.* (2003) consideran que los tratamientos de escarda química empiezan a ser rentables cuando el rendimiento potencial del cultivo supera las 3 t/ha y cuando la infestación de malas hierbas supera el 30%.

Se destaca la baja densidad de malas hierbas que hubo en el experimento en 6 de los 10 años (Tabla 2), habiendo sólo 4 campañas (1999-00, 2002-03, 2003-04 y 2004-05) con un recubrimiento en el experimento medio superior al 20%. En esta misma tabla, se observa que la escarda química ha ejercido un buen control dando valores medios inferiores al 10% de cobertura de malas hierbas y ha repercutido en la mejora de la producción de cereal. Semejante comportamiento tiene la fertilización química con escarda con grada y sin escarda, con valores de cobertura de malas hierbas alrededor del 15%. Por el contrario las parcelas con

siembra en líneas agrupadas que hacen el mismo control, presentan una disminución de cosecha de alrededor de un 10%, deduciéndose que es el método de siembra y no la competencia por las hierbas el causante de esta disminución de cosecha. Cuando falta la escarda química o de laboreo entre las franjas de siembra o no se fertiliza químicamente, entonces las poblaciones de arvenses aumentan a valores medios del 20%, habiendo años que superan el 40%. Esto supone que las producciones de cereal disminuyen entre un 5 y un 15% según los tratamientos con que se comparen. La interacción de la meteorología con el manejo, hace que se presenten situaciones contradictorias. En la campaña 2002-03, con niveles altos de infestación de malas hierbas (más del 30% de cobertura), sólo se controlaron las parcelas con escarda química, en cambio las producciones no mostraron diferencias apreciables por efecto de los tratamientos. En la campaña 2001-02, con poca infestación se dieron diferencias significativas en las producciones por efecto de la fertilización y por último la 2005-06, con bajo nivel de malas hierbas no hubo diferencias ni siquiera por el efecto de la fertilización. Todo ello indica que son los datos medios de series de larga duración, los que pueden dar mejores pistas para obtener el manejo más adecuado para cada zona climática.

En la tabla 3, se expone una información general de la flora arvense presente en el experimento, destacando que de las 106 especies que se han identificado en los 10 años, sólo dos, *Papaver rhoeas* L. y *Anacyclus clavatus* (Desf.) Per., tienen una incidencia importante (el 63% de la cobertura de malas hierbas lo producen estas dos especies). En la figuras 1 y 2 se observa que cuando se inició el experimento hace 10 años, estas dos especies tenían poca importancia y que es la rotación empleada en este experimento la que ha favorecido el aumento de sus poblaciones, volviéndose a comprobar que la escarda química realiza un control aceptable, mientras las otras escardas prácticamente no se diferencian del testigo; el año 2001 hay una disminución de las poblaciones debido a que la siembra se tuvo que retrasar hasta finales de febrero y las labores preparatorias para la siembra, tanto las que se habían realizado en otoño como en invierno, eliminaron a los especímenes que habían emergido en estas estaciones. A partir de este año hay un aumento gradual de las poblaciones presentándose el máximo para *Anacyclus* el año 2004 y para *Papaver* el 2005. La campaña 2003-04 fue la más seca del periodo de estudio, 282 mm, en el cual las producciones de cereal estuvieron alrededor de los 1.000 kg/ha. Estas condiciones afectaron de forma diferente a las dos especies; en el caso del *Anacyclus* afectó tanto a su desarrollo como a su fructificación y a *Papaver* sólo a su fructificación, lo que dio lugar a que la campaña, 2005-2006 que fue climatológicamente buena para el desarrollo del cereal, permitió que la competencia del cultivo evitara el desarrollo del menor número de semillas de estas malas hierbas. De todo ello se deduce que ante un año seco o un retraso en la siembra del cultivo, las poblaciones de malas hierbas se reducen, recuperándose en las campañas siguientes hasta que las condiciones bien de manejo o meteorológicas vuelven a provocar una disminución natural.

CONCLUSIONES

1. En el testigo convencional con tratamiento de fertilización química y escarda química cuando se compara con el tratamiento de no empleo de fertilización ni de escarda, la diferencia media de producción de cereal de los 10 años es sólo de un 5 %, demostrándose la escasa eficiencia de estos manejos, en ambientes semiáridos, cuando el cereal se somete a rotaciones de cultivo.
2. Los años secos o las siembras tardías por causas climatológicas, situaciones frecuentes en los ambientes semiáridos, disminuyen las poblaciones de malas hierbas de forma natural, siendo necesario un periodo de un par de años como mínimo, para que estas vuelvan a ser consideradas como un problema, coberturas superiores al 30%.

Tabla 1. Influencia del tipo de fertilización y escarda sobre el rendimiento de grano en cereal en kg/ha

AÑOS	Fertilización química				Fertilización orgánica				Sin fertilización				Efecto FER x ESCAR
	Escarda Química	Escarda Grada	Escarda Líneas	Sin escarda	Escarda Química	Escarda Grada	Escarda Líneas	Sin escarda	Escarda Química	Escarda Grada	Escarda Líneas	Sin escarda	
96-97	1699 ab	2330 a	1534 ab	1740 ab	1911 ab	989 ab	1430 ab	1548 ab	1489 ab	1505 ab	1118 ab	858 b	***
97-98	2117	2174	2356	2431	1898	1951	1828	2158	2274	1735	1853	2408	ns
98-99	1696 b	2501 ab	1781 b	1907 ab	2965 a	2213 ab	2849 a	2453 ab	2347 ab	2343 ab	2503 ab	2045 ab	***
99-00	2528	2546	2850	3126	2767	2756	2336	2764	2837	2394	2604	2298	ns
00-01	222 e	357 cde	306 de	383 cde	744 a	453 bcd	562 abc	626 ab	492 bcd	451 bcd	497 bcd	466 bcd	***
01-02	6254 ab	6626 a	5455 abc	6301 ab	5145 abc	4800 bc	4507 c	4478 c	5462 abc	4760 bc	4781 bc	5843 abc	***
02-03	1442 a	943 ab	663 b	1095 ab	1477 a	997 ab	1161 ab	850 ab	1064 ab	972 b	613 b	535 b	***
03-04	2965 a	2978 a	2530 a	2990 a	1896 ab	1772 ab	1998 ab	1173 b	2102 ab	1645 ab	2562 a	2666 a	***
04-05	912	1233	418	916	1423	1320	1118	850	1496	1370	986	1208	ns
05-06	3223 b	3352 b	3144 b	3410 b	3126 b	3370 b	3472 b	3196 b	3661 ab	3207 b	4349 a	3697 ab	***
Media	2306	2504	2104	2430	2335	2062	2126	2010	2322	2038	2187	2202	
%	105	114	96	110	106	94	97	91	105	93	99	100	

Tabla 2. Influencia del tipo de fertilización y escarda sobre el recubrimiento total de Mh

AÑOS	Cultivos	Bloque	Fertilización química				Fertilización orgánica				Sin fertilización				Efecto FER x ESCAR
			Escarda Química	Escar. Grada	Escar. Líneas	Sin escarda	Escarda Química	Escar. Grada	Escar. Líneas	Sin escarda	Escarda Química	Escar. Grada	Escar. Líneas	Sin escarda	
96-97	Cebada	1	0 a	9 bc	3 ab	18 c	1 a	8 bc	3 b	7 b	0 a	7 bc	6 b	13 c	***
97-98	Cebada	2	1 a	2 a	5 ab	3 ab	1 a	13 b	9 b	12 b	1 a	7 b	11 b	12 b	***
98-99	Trigo duro	1	0 a	1 a	9 b	4 ab	0 a	1 a	5 b	2 ab	0 a	1 ab	7 b	8 b	ns
99-00	Trigo duro	2	17	18	23	21	15	38	30	39	18	39	40	44	ns
00-01	Cebada	1	0 a	1 a	6 b	4 ab	1 a	3 ab	7 b	7 b	1 a	2 a	7 b	6 b	***
01-02	Cebada	2	1 a	3 ab	5 b	3 ab	5 b	14 c	16 c	20 c	2 ab	22 c	19 c	25 c	***
02-03	Trigo duro	1	18	31	25	33	15	30	17	40	19	31	28	34	ns
03-04	Trigo duro	2	2 a	31 c	33 c	29 c	9 b	44 c	36 c	46 c	6 b	46 c	31 c	39 c	***
04-05	Cebada	1	6	46	37	50	14	15	18	33	9 a	32	26	33	ns
05-06	Cebada	2	0 a	3 ab	2 a	3 ab	2 a	12 b	4 ab	12 b	1 a	9 b	1 a	12 b	***
Media			4	14	15	17	7	18	14	22	6	20	17	22	
%			20	64	65	75	29	79	64	97	27	88	78	100	

Los valores seguidos en las dos tablas, por letras distintas en una misma columna difieren significativamente ($P < 0,05$; test Tukey).

Tabla 3. Información general de la flora arvense presente en el experimento y las 5 especies más importantes en los 10 años.

ESPECIES	1997	1998	1999	2000	2001	2004	2003	2004	2005	2006	Media		
											Totales	% sobre el total Mh	% Mh acumulado
<i>Papaver rhoeas</i> L.	0,29	0,02	1,02	6,73	0,23	4,46	9,9	8,79	19,48	1,5	5,24	33	33
<i>Anacyclus clavatus</i> (Desf.) Per.	1,19	0,48	0,19	9,83	1,29	3,40	10,94	12,56	3,67	1,88	4,54	30	63
<i>Lolium rigidum</i> Gaudin	0	0,22	0	3,56	0	1,35	0,1	3,02	0,08	0,83	0,92	5	68
<i>Chenopodium album</i> L.	0	4,54	0,17	1,56	0,29	0,08	0	0,04	0	0	0,67	4	72
<i>Polygonum aviculare</i> L.	2,13	0,21	0,6	1,58	0,65	0,25	0,58	0,08	0,29	0,08	0,65	4	75
Nº especies	36	15	15	48	34	36	68	67	39	42	106		
Nº familias	14	12	12	18	18	18	22	20	18	17	25		
Cobertura media de Mh (%)	5,86	6,22	3,04	30,44	3,98	10,87	28,19	29,75	27,36	4,99	15,07		

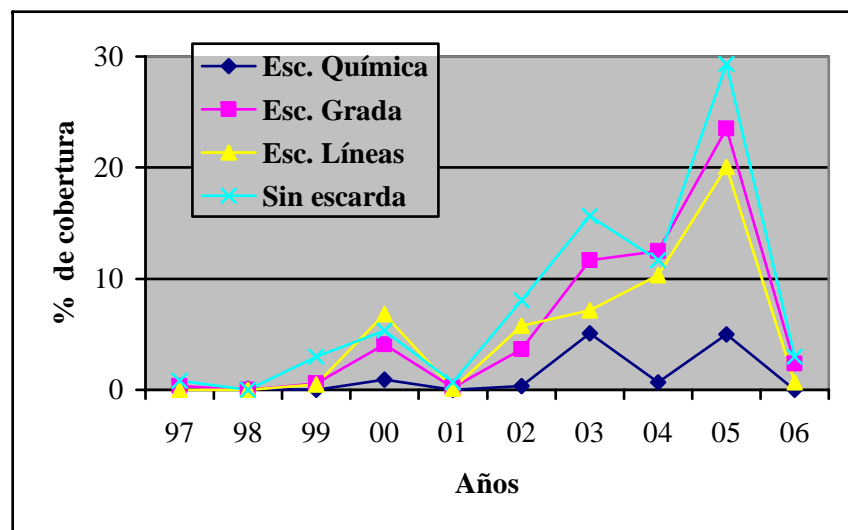


Fig. 1. Evolución de la cobertura de *Papaver rhoeas* L.

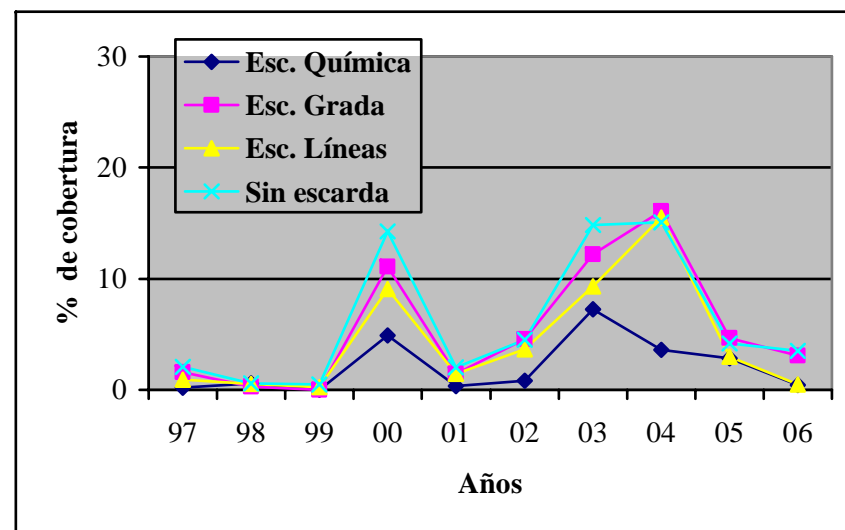


Fig. 2. Evolución de la cobertura de *Anacyclus clavatus* (Desf.) Per.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) que ha financiado los ensayos efectuados mediante los proyectos SC. 96-081 y RTA 01-108 a través de la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de Castilla-La Mancha. Al Servicio de Investigación Consejería de Agricultura de la Junta de Comunidades de Castilla La Mancha por la financiación del ensayo “Efecto de diferentes fertilizaciones en la productividad de los sistemas herbáceos de secano”. Luis Martín de Eugenio y José Ramón Vadillo, por su dedicación a los trabajos experimentales de campo

BIBLIOGRAFIA

- FERNANDEZ-QUINTANILLA, C.; RUIZ, C.; BARROSO, J. (2003). ¿Es rentable realizar tratamientos localizados contra la avena loca? Actas Congreso de la Sociedad Española de Malherbología 2003, 40-43.
- LACASTA, C.; GARCIA –ROJAS, L.; ESTALRICH, E.; MECO, R. (2003). Estudio de la flora arvense y de la productividad en un agrosistema de cereales sometido a diferentes manejos agrícolas. Actas Congreso de la Sociedad Española de Malherbología 2003, 207-213.
- PARDO, G., AIBAR, J., CIRIA, M., CRISTOBAL, M.V., DE BENITO, A., ESTALRICH, E., GARCIA - MARTIN, A., GARCIA - MURIEDAS, G., LABRADOR, J., LACASTA, C., LAFARGA, A., LEZAUN, J.A., MECO, R., VILLA, F., ZARAGOZA, C. (2001). Influencia del tipo de fertilización y desherbado en la producción de trigo duro. Actas Congreso de la Sociedad Española de Malherbología 2001, 225-231
- TORNER, C.; AIBAR, J.; BELLOSTAS, A.; DE LUCAS, C.; ESPARZA, M.; FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C.; GONZÁLEZ-ANDUJAR, J.L.; GONZÁLEZ PONCE, R.; IZQUIERDO, J.; NAVARRETE, L.; ROYUELA, M.; SALAS, M.; SÁNCHEZ DEL ARCO, M.J.; SANTIN, I.; TIEBAS, M.A.; VITTA, J.; ZARAGOZA, C. (1999). Conclusiones de los trabajos sobre las competencias de las malas hierbas con los cereales de invierno en España. Actas Congreso de la Sociedad Española de Malherbología 1999, 205-211.

Summary: Interaction of different weedings and fertilizations on weeds control and crop yield. During 10 years it has been studied in a rotation of fallow-barley-buried vetch-hard wheat, the effect on the weeds and the cereal grain production , of four weeding practices (chemistry, tier of flexible spikes, sowing in contained lines and control) and three types of fertilizations (chemistry, organic and control).

The results indicate that the conventional control with treatment of chemical fertilization and chemical weeding try if compared with the no fertilization treatment nor weeding , the 10 years difference of average cereal production is only of 5%, being demonstrated the null efficiency of the fertilization and chemical weeding in the cultivations of cereals, when these undergo crop rotations and in semi-arid environments

Key words: unirrigated land, organic fertilization, weeds with trail of flexible spikes, siembra in contained lines, populations' evolution.